

Truck Platooning

Praktijk onderzoek 2019



December 2019
Marien Baan
V-tron B.V.



Zweedsestraat 8A-22, 7418 BG DEVENTER
Postbus 2, 7260 AA RUURLO

tel: +31 (0)570 74 54 30
mail: info@v-tron.eu

KvK nummer: 08159110
BTW nummer: NL817924218B01

Inhoudsopgave

1.0 Samenvatting	3
2.0 Inleiding – aanleiding - scoping.....	5
3.0 Achtergrond	8
4.0 Stakeholderperspectief.....	9
4.1 Vanuit wegbeheerdersperspectief.....	9
4.2 Vanuit verladersperspectief.....	10
4.3 Vanuit transporteursperspectief.....	11
4.4 Vanuit technologischperspectief	13
5.0 Doelstelling	14
6.0 Meetapparatuur	15
7.0 Afgelegde routes.....	17
8.0 Grensoverschrijding	18
8.1 Duitsland	18
8.2 Nederland	23
9.0 Volgafstand	26
Figurenlijst	30

1.0 Samenvatting

Truck Platooning, een woord dat geschaard wordt onder het toekomstige verkeersbeleid en in die wereld steeds vaker gehoord wordt. Echter is lang niet duidelijk hoe dit in realiteit ingevuld moet worden. Wat regelmatig gehoord wordt, is dat het huidige wegbeeld al een Truck Platoon laat zien, vrachtwagens rijden in colonnes dicht achter elkaar en maken daardoor gebruik van een brandstof besparende slipstream (dit onderdeel wordt nog in een separaat onderzoek onderzocht). Maar dit is slechts een voorbeeld van een situatie zoals die vandaag de dag ontstaat. Het rijgedrag van chauffeurs heeft "Platoonende Trucks" tot gevolg. Onze uitgangspositie in dit onderzoek is, dat menselijke gedrag al automatisch platooning tot gevolg heeft. Om platooning in de toekomst mogelijk en veilig te maken, is er behoefte aan onderlinge communicatie tussen de trucks. Reden hiervoor is dat de eigen onboard sensoriek, niet betrouwbaar genoeg is om het op zeer korte afstand te kunnen rijden. Voor deze communicatie zijn verschillende oplossingen voorhanden, long range en short range. In dit onderzoek richten wij ons op de long range communicatie, waarmee wij short range niet willen uitsluiten. Maar long range communicatie is op dit moment het meest voorhanden. Bij deze long range communicatie is het effect van grensoverschrijding onduidelijk, onbekend is hoeveel tijd het netwerk nodig heeft om te wisselen van operator. Om het gedrag van het netwerk en daarmee de betrouwbaarheid van de communicatie te onderbouwen heeft het Interreg Automated Transport-project als doel te onderzoeken wat er waar is van het huidige verkeersbeeld en hoe het netwerk zich verhoudt bij het passeren van de grens. Met als hoofddoel; het daadwerkelijk inzichtelijk maken van een mogelijke business case.

Voor dit onderzoek is nauwkeurig gekeken aan welke eisen de vrachtwagens moeten voldoen. Het rijgedrag van de chauffeurs moet op de meest natuurlijk mogelijke manier gemeten worden. Zonder dat deze beïnvloed wordt door hulpsystemen die nieuwe types vrachtwagen af-fabriek hebben. Denk hierbij aan het gebruik van: (C)-ACC, Forward Collision Warning, Lane Assist etc. etc. Naast het type vrachtwagen is de transporteur ook van grote waarde. Er is gezocht naar een transporteur die regelmatig de grens, Nederland-Duitsland, overschrijdt. Uiteindelijk is een transporteur gevonden die zeer bereid was vrachtwagens beschikbaar te stellen. Deze zijn voorzien van een Mobileye, een aftermarket ADAS-systeem, Advanced Driver Assist System, die data als; GPS, snelheid, roaming gab en Forward Collision Warning via een 3G netwerk communiceert.

Deze data is de afgelopen vier maanden verzameld, in deze vier maanden is er meer dan 70.000 kilometer gereden. De ritten in Nederland en Duitsland zijn onder de loep genomen. Deze zijn voornamelijk geanalyseerd op het gebied van headway monitoring, roaming gab en het 3G cellulaire netwerk. Hieruit blijkt dat roaming gab in het buitenland een voortdurend proces is. Zodra de verbinding met het thuisnetwerk verbroken is, blijft het netwerk zoeken naar een operator die op dat moment het beste bereik heeft, of door het thuisnetwerk aangemerkt is, als "most preferred operator". Het netwerk blijft gedurende de hele rit in Duitsland wisselen van operator, dit heeft een hoge vertraging van berichten als gevolg. Ook in Nederland is de dekking niet toereikend genoeg om op te vertrouwen. Dekkingskaarten van Nederland en Duitsland tonen gaten waardoor de vertraging oploopt. Er zal naast de long range communicatie ook een short range communicatie moeten komen om de netwerkdekking te garanderen, niet alleen om de vertraging van de berichten te minimaliseren maar ook als back-up van de long range communicatie.

Daarnaast is de headway monitoring geanalyseerd. Wanneer de vrachtwagen zijn voorligger nadert binnen één seconde wordt er een headway alert verstuurd. Gemiddeld gezien komt dit één keer

voor per zeven kilometer. Echter is het niet te achterhalen of gedurende die zeven kilometer de headway alert geldig blijft of eenmalig is. Gezien het huidige verkeersbeeld lijkt het dat de vrachtwagen voor een langere tijd dicht achter zijn voorligger blijft rijden. Ook zullen er situaties zijn waarbij personenauto's in- of uitvoegen waardoor de headway alert eenmalig van toepassing is. Om dit met zekerheid te zeggen zijn er beelden nodig van de betreffende situatie. De Mobileye meet alleen de afstand maar maakt geen opnames.

Videomateriaal zou een nog helderder beeld geven over de huidige situatie op de weg. Een andere netwerkfrequentie toont aan of de vertraging van de berichten wordt verminderd door een betere dekking. Ook de short range communicatie zou een geweldige uitkomst hebben om de verbinding met de vrachtwagen constant te houden. Dit praktijkonderzoek heeft een stap in de goede richting gezet om de huidige situaties in kaart te brengen. Daarnaast heeft het ook licht laten vallen over de noodzaak van een gedetailleerder wegbeeld. Met welke vervolgstappen kan dit in kaart worden gebracht?

2.0 Inleiding – aanleiding - scoping

Truck Platooning, niet alleen een woord, goed voor dubbele woordwaarde bij een potje scrabble. De afgelopen jaren is het woord Truck Platooning veelvuldig gebruikt en zelfs als onderdeel van het Nederlandse EU-voorzitterschap uitgebreid onder de aandacht gebracht. Maar wat is het nou eigenlijk en welke voordelen zijn er nu echt aan verbonden?

Onze persoonlijke ervaring is dat, Truck Platooning bijna niet uit te leggen is aan de gemiddelde weggebruiker. Meestal is de eerste reactie, maar dat is er toch al, zie het elke dag op de weg. Is toch niks nieuws, die rechterbaan is het domein van de grote jongens.

Binnen het Interreg Automated Transport-project, hierna te noemen I-AT, hebben wij met werkpakket 2 tot doel gehad om hier meer onderzoek naar te doen. Hoofddoel is het beter duiden van de inhoud en nog belangrijker, het daadwerkelijk inzichtelijk maken van een mogelijke (value) en business case.

Technologisch zou Truck Platooning meer moeten zijn dan (C-)ACC, dit is toch op dit moment de meest voor de hand liggende technologie om de eerste stap te kunnen maken. Hier zitten echter veel nadelen aan, zoals het toch nog steeds blind rijden en de nodige verkeerskundige nadelen, zoals te veel onderlinge afstand. Dit laatste punt zullen wij in ons onderzoek ook nader onderzoeken, zodat we een betere onderbouwing krijgen van de uitspraken welke wij nu al horen over Truck Platooning of in het Duitstalig gebied “Elefantenrennen”.

Onze opvatting, welke wij als vertrekpunt hebben genomen bij dit project is: Technologische ontwikkeling brengt ons tot het onderwerp Truck Platooning maar menselijk gedrag heeft het al lang tot uitvoering gebracht! Pas op dat techniek menselijk gedrag moet gaan corrigeren of overrulen. Wetende dat de techniek het niet beter kan doen dan de mens.

I-AT heeft ons geholpen richting te geven. Ook heeft I-AT ons steeds meer duidelijk gemaakt, wat erbij komt kijken om ook daadwerkelijk (crossborder) dit soort diensten mogelijk te maken. Maar hier lopen we dan ook snel vast, omdat we op dit moment eigenlijk te weinig weten over de bestaande situatie, zoals die op dit moment op de weg gebruikelijk is. Is er verschil in chauffeursgedrag waarneembaar, zodra hij op ander grondgebied gaat rijden, waar andere regels gelden, slecht zicht door dichte mist en/of zware regenval etc etc. Allemaal vragen die op dit moment binnen I-AT leven en waar we data voor moeten inwinnen om gedegen antwoorden te kunnen formuleren. Dit rapport is een meeting bedoelt om de huidige situatie van vrachtwagens die Nederland en Duitsland doorkruisen in kaart te brengen. Met geïnstalleerd meetapparatuur, worden data als snelheid, volgafstand en rijstrook overschrijdingen verzameld. Met deze data wordt gezocht naar een passende business case om een waardevolle toepassing te vinden bij “platoonende” vrachtwagens.

Onderstaande schematische weergave hebben wij hergebruikt uit eerder onderzoek naar de mogelijkheden van Truck Platooning. Dit initiatief was vooral bedoeld om krachtenbundeling over alle stakeholders te bewerkstelligen. Voor ons is de tijdlijn hierin het belangrijkste herbruikbare onderdeel. Deze is in onze ogen realistisch maar er zal nog veel onderzoek en ontwikkeling noodzakelijk zijn.



Figuur 1: Schematische weergave Truck Platooning

Voor de scoping van ons werkpakket was het belangrijk om deze scherp te krijgen. Zoals de inleiding al doet vermoeden is het onderwerp anders gevoelig voor dwaling. Wij hebben voor ons werkpakket daarom de scope als volgt gekozen:

- **Welke technologie**
 - Voor de truck
 - (Data)-communicatie (latency en handover)
- **Op welke wegen (vanuit wegbeheerdersperspectief)**
 - Snelwegen
 - Crossborder (NL/D)
- **Voor welke goederen (vanuit verladersperspectief)**
 - Niet specifiek van belang voor dit onderzoek. Voor het vervolg is dit wel van belang waarbij onze voorkeur dan uitgaat naar containers vanwege volume en hoge mate van automatisering.
- **Welke veiligheid / duurzaamheidsdoelstelling (vanuit transporteursperspectief)**
 - Afstand tot voorligger
 - Brandstofbesparing

Wij hadden heel graag een ander belangrijk en vaak vergeten thema willen opnemen in onze scope, namelijk die van de human factors, de chauffeur. Vraag is of Truck Platooning wel een zakelijke aangelegenheid is. Is het niet zo dat wij in de woonkamer van de chauffeur inbreken in plaats van op zijn werkplek? Dit laatste is natuurlijk een lastige discussie vooral ook vanwege het groeiende aantal eigen-rijders.

Dit onderwerp is zoals gezegd uiterst interessant en belangrijk maar konden wij niet opnemen in ons onderzoek. Wel willen wij adviseren om voor een vervolg dit onderwerp niet te onderschatten.

Vanuit deze scoping hebben wij de volgende definitie genomen:

“Truck Platooning is geen technologisch doel maar een middel in een complexe keten met talrijke stakeholders”.

3.0 Achtergrond

Zoals reeds aangegeven is Truck Platooning een onderwerp wat al langer besproken wordt, maar uiterst complex is om handen en voeten te geven. Er zijn veel stakeholders, die niet altijd dezelfde belangen hebben, waarbij het niet helder is wie de investeringen draagt en wie de vruchten mag plukken.

Wij hebben hierom gemeend een klein stukje beschouwing te doen zodat het voor de lezer ook duidelijk is, vanuit welke positie wij vertrokken zijn en waar wij op willen focussen.

In 2017 zijn er in Nederland meerdere initiatieven gestart rondom dit thema. Belangrijkste in onze ogen is het doorpak diner op 27 november 2017. Hieronder een korte samenvatting van de belangrijkste uitkomsten.

- Cruciaal belang van een gemeenschappelijk en gedragen doel - waar alle stakeholders hun schouders onder zetten.
- Van volgend naar leidend.
- Next step innovation ('focus shift van techniek naar systeeminnovatie'): om doorbraken te forceren moet de slag gemaakt worden van mono- naar multidisciplinair (mobiliteit en logistiek in samenhang met andere initiatieven als duurzaamheid, gericht op creëren van dwarsverbanden. Dit vraagt om parallel schakelen dat wél in onderlinge interactie wordt ontwikkeld. Met adequaat zicht op kritische paden en onderlinge afhankelijkheden. Het gaat dan om 4 a 5 disciplines/sporen zoals:
 - Voertuigen: techniek (oem's/tier ones)
 - Infrastructuur: technologieproviders
 - Wettelijke omkadering: nationaal/internationaal (overheden)
 - Matching - datadelen (vervoerders/verladers/data-/softwareleveranciers)
 - Sociale innovatie: impact op chauffeurs, gebruikersacceptatie
- Bottomline: Doel/middel. Gaat niet om (techniek) Truck Platooning – gaat om verzilveren van doorbraken in onze hogere logistieke doelen (gericht op concrete bijdragen aan doorstroming, duurzaamheid en veiligheid met voldoende oog voor individuele benefits voor de participerende partijen).

The journey is the destination (afsluiting doorpak diner nov 2017)

'Dames en heren, ik proef commitment bij jullie allen, daarom ga ik samen met jullie op reis met een flinke ambitie. De richting is helder, het einddoel nog niet, onderweg tackelen we de knelpunten met elkaar in samenhang. Daarvoor zijn meerdere prikkels en stimulansen denkbaar – mijn beeld is dat er voldoende ruimte is om daar creatief naar te kijken en op te acteren – zeker met de urgentie en de te verzilveren kansen in gedachte. We gaan niet afwachten, het is onze gezamenlijke verantwoordelijkheid om met elkaar nú stappen te gaan zetten, ieder vanuit eigen rol en betrokkenheid. Ik reken daarbij op jullie'.

4.0 Stakeholderperspectief

Zoals aangegeven is Truck Platooning een functie die niet aan een enkele stakeholder toe te wijzen valt. Het is een functie die door een keten van stakeholders ondersteunt moet worden. Hierbij zien wij dan nog af van de discussie rondom de benodigde investeringen, wie doet de investering en wie krijgt de winst. Deze discussie maakt het vanaf het begin al onmogelijk om het onderwerp beet te pakken.

Wij nemen nu in het kort de in onze ogen belangrijkste stakeholders door, dit ter onderbouwing van de door ons gekozen scope. Hierbij zijn de volgende stakeholders door ons gekozen:

- Wegbeheerder
- Transporteur
- Verlader
- Technologieprovider(s)

Wij hebben bewust de truck- en trailerleveranciers als stakeholder buiten beschouwing gelaten. Hiermee willen wij voorkomen dat de discussie tussen merken gaat terwijl dit merk overstijgend moet zijn. Daarom kiezen wij de technologieproviders met als basisdienst de datacommunicatie.

4.1 VANUIT WEGBEHEERDERSPERSPECTIEF

Voor de wegbeheerder is de grootste uitdaging het garanderen van de veiligheid en doorstroming op het wegennet. Hierbij is een nieuwe dimensie vanuit duurzaamheid gekomen waarbij het ongeremd doorgroeien in asfalt niet meer de standaard oplossingsrichting is. Vraag voor wegbeheerders is ook steeds meer: is de bestaande infrastructuur wel houdbaar gezien leeftijd en groeiende belasting? Waarom is congestie een probleem, aangezien er eigenlijk voldoende asfalt aanwezig is maar blijkbaar is het gebruik, het verdelen van schaarste eerder het probleem dan de hoeveelheid.

Vanuit deze stakeholder komt steeds vaker de vraag, gezien onze wettelijke taak, wat wordt onze rol in de toekomst? Truck Platooning is voor de meeste wegbeheerders geen must maar wel een hulpmiddel om onderliggende pijnpunten te kunnen bespreken, namelijk:

- Hoe komen wij tot betere verdeling van capaciteit en gebruik
- Hoe kunnen we dit veilig doen:
 - Wegwerkzaamheden
 - Incidentbeheersing
- Wat wordt er dan van ons verwacht

Veel wegbeheerders hebben een wettelijke status. Deze is vooral benoemd vanuit de wereld waar we vandaan komen, de fysiek wereld. Daarnaast komt er steeds meer behoefte aan het organiseren van deze rol in de toekomstige wereld, de digitale (virtuele) wereld.

Wat ons in het onderzoek is opgevallen, is dat het thema veiligheid, in dit geval in Nederland en Duitsland echt anders wordt opgepakt. Veiligheid is in Duitsland maar voor één partij weggelegd, namelijk de politie. Een wegbeheerder kan daar nooit deze rol vervullen. Uiteraard wel in de aanleg en onderhoud van de infrastructuur, maar niet als het gaat om actieve veiligheid van de weggebruikers. Dit is iets wat wij niet verder hebben onderzocht maar wel een nader onderzoek benodigd om voor bijv. Truck Platooning vervolgstappen te kunnen maken.

4.2 VANUIT VERLADERSPERSPECTIEF

Uit een in 2014 uitgevoerd onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd:

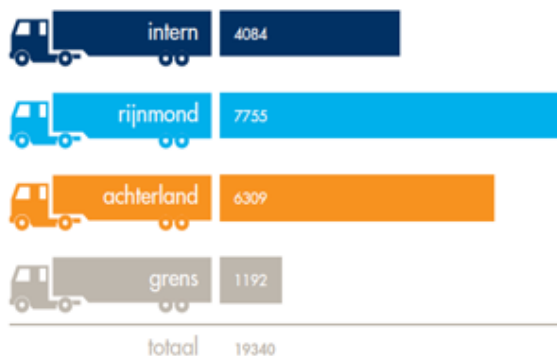
- Binnen het Rotterdamse havengebied is de efficiency van containertransport hoog
- Het transport van containers tussen de Maasvlakte en de Waal-Eemhaven is minder efficiënt
- Hoeveelheid ritten met onbeladen containers tussen de verschillende deelgebieden van de haven is groot
- Mogelijkheden toepassen modal shift op de relaties richting België (grensovergang A4/A16) en midden-/zuid Duitsland (grensovergang Venlo).

Deze laatste conclusie is onze houvast voor het onderzoek wat wij binnen I-AT hebben gedaan. Dit is min of meer het langeafstand verkeer richting Duitsland.

Van het totale containervrachtverkeer (ruim 19.000 ritten per werkdag) is vastgesteld dat:

- **21%** (4.100 ritten) het havengebied niet verlaat (intern verkeer).
 - **70%** van deze interne verplaatsingen blijft binnen hetzelfde deelgebied van de haven,
 - **30%** is een verplaatsing. Opvallend is dat ruim 60% (755) van de ritten tussen de deelgebieden wordt uitgevoerd door onbeladen vrachtwagens, terwijl het onbeladen aandeel voor alle vrachtwagens 32% is.
- **79%** (14.900 ritten) heeft een bestemming buiten het havengebied.
 - **33%** (5350 ritten) blijft in een gebied rond de haven of de stad Rotterdam
 - **15%** (2235 ritten) heeft een bestemming in Barendrecht (AGF verkeer).

alle containerritten | 19.000 ritten havengebonden



Figuur 2: Containerstroom per dag in het achterland

4.3 VANUIT TRANSPORTEURSPERSPECTIEF

Grootste uitdaging voor de transport- en logistieksector anno 2019, is het invullen van het aantal vacatures voor internationaal chauffeur, beantwoorden van de groeiende vraag naar transport, verduurzaming en als laatste maar zeker niet als minste, verhogen van de veiligheid voor chauffeur en omgeving. Deze uitdagingen zijn de dagelijkse praktijk, waarbij hierna een opdeling van de verdeling richting kosten volgt.

Ontwikkeling transportkosten

Jaarlijkse onderzoekt Panteia/NEA in opdracht van de sectorraad van de NIWO de ontwikkeling van de transportkosten. Hierin wordt voor alle duidelijkheid geen rekening gehouden met tariefsverhogingen van tol en kilometerheffing in de verschillende landen.

Loonkosten

Van alle kostenposten wegen de loonkosten het zwaarst in de totale kostprijs van het vervoer. In een aantal deelmarkten bestaat de kostprijs voor meer dan de helft uit loonkosten. Het gaat in hoofdzaak om loonkosten van rijdend personeel, daarnaast betreft het de loonkosten van werkplaatspersoneel en overig personeel. Hierbij wordt dan voor het gemak geen verschil gemaakt tussen rij- en rusttijden. Dit laatste is voor Truck Platooning vaak wel een argument maar is in onze ogen nog steeds erg lastig. Vooral omdat bij Truck Platooning de discussie ontstaat, wat is nou precies rijtijd en wat is dan rusttijd.

Brandstofkosten

Na de loonkosten hebben de brandstofkosten een groot aandeel in de totale kostprijs. Veel transportbedrijven hebben in het contract met de opdrachtgever een brandstofclausule opgenomen, waarbij er ten aanzien van de brandstofkosten aanvullende afspraken zijn gemaakt, waarmee kostenverhogingen en verlagingen gebalanceerd worden.

Rente voertuig

Rentekosten maken onderdeel uit van de kostprijs van het voertuig, doordat er vermogen is geïnvesteerd in de voertuigen. In de totale kostprijs dragen de rentekosten ongeveer 1% bij, afhankelijk van de deelmarkt.

Afschrijving voertuig

Het aandeel van de afschrijvingskosten varieert tussen 4% bij de ene deelmarkt tot 14% bij de andere deelmarkt. De prijsontwikkeling van vervoermaterieel is afhankelijk van verschillende factoren, zoals productiekosten, de markt en nieuwe wettelijke eisen.

Verzekering voertuig

Het aandeel van de verzekeringskosten varieert tussen 2% en 4%, afhankelijk van de deelmarkt. Premiestijgingen zijn de afgelopen jaren door verzekeringsmaatschappijen doorgevoerd. 2018 was dit voor het WA-deel 6,0% voor het casco-deel was dit 2,7%. Premiestijging is niet alleen door toenemende hoeveelheid ongevallen, maar ook door stijging cataloguswaarde van voertuigen.

Overige kostprijsonderdelen

Het aandeel van de motorrijtuigenbelasting in de totale kostprijs is bij alle deelmarkten gering, minder dan 0,5%. De tarieven voor de motorrijtuigenbelasting worden elk jaar aangepast aan de door de overheid vastgestelde inflatiecorrectie.

Reparatie en onderhoudskosten

De reparatie- en onderhoudskosten hebben een aandeel van ruim 5% in de totale kostprijs. Ook deze kosten stijgen, in 2018 was dat 2,2%. Voor banden is een stijging van 1,4% voorzien, conform de stijging van het algemene prijsniveau. De kosten voor reparatie en onderhoud is dan los van de kosten gemoeid met gedeerde inkomsten, veroorzaakt door planmatig of niet planmatig onderhoud.

Congestiekosten

In 2017 is de filedruk minimaal toegenomen, zodat er voor het binnenlands vervoer alleen sprake is van extra kostenstijging bij fijnmazige distributie van 0,2% als gevolg van de afnemende bereikbaarheid.

4.4 VANUIT TECHNOLOGISCHPERSPECTIEF

De rijtaak (chauffeurstaak) is opgedeeld in drie hoofdtaken:

1. Operationeel: reageren op de directe omgeving
2. Tactisch: anticiperen op de verkeerssituatie om je heen
3. Strategisch: keuzes ten aanzien van de te volgen route over het netwerk

Op voertuigniveau zijn voor het uitvoeren van deze taken verschillende instrumenten (technologieën) aanwezig om de chauffeur als mens hierin maximaal te ondersteunen:

- Sensoren: dienen als zintuigen van het voertuig en scannen de directe omgeving van het voertuig maar kunnen niet 'door de voorligger' of 'om de hoek' kijken. Veel sensoren hebben een slechter (waarneming) zichtveld dan een gemiddelde menselijke chauffeur. Vanuit deze tekortkoming is er behoefte aan een digitale horizon. Deze zal op basis van additionele datacommunicatie in het voertuig moeten worden opgebouwd.
- Short-range communicatie: snelle communicatie voor tijd kritische toepassingen. Deze communicatie is vrij voor algemeen gebruik en kent geen blokkade in de vorm van een SIM-kaart. Daarnaast kan deze communicatie als backup of fallback dienen, indien long-range (tijdelijk) niet voorhanden is.
- Long-range communicatie: op basis van bestaande telecommunicatievoorzieningen en In-Car apparatuur. Voor deze communicatievorm is toegang tot de faciliteiten noodzakelijk in bijv. de vorm van een SIM-kaart.

Voor deze laatste vorm van communicatie, Long-Range, hebben wij onderzoek gedaan naar de volgende items:

- Hand-over nationaal
- Hand-over internationaal
- Latency

Wij hebben deze onderwerpen onderzocht, om daarmee meer duidelijkheid te kunnen geven omtrent de bruikbaarheid van deze communicatietechnologie voor het creëren van een digitale horizon, ter ondersteuning van de operationele en tactische rijtaak.

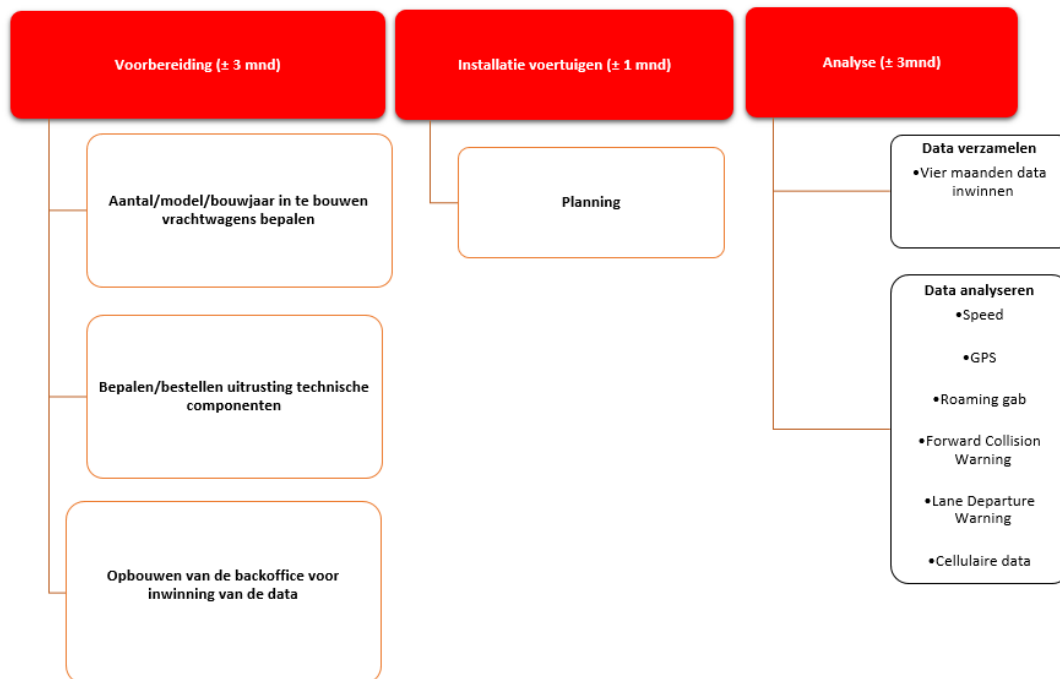
5.0 Doelstelling

Om een inzichtelijk beeld te krijgen van de volgafstanden tussen vrachtwagens, worden vrachtwagens uitgerust met een ADAS-systeem in combinatie met GPS. Door middel van een ADAS systeem dat communiceert met de CAN-bus kunnen parameters als snelheid, afstand tot voorligger, rijstrook wisselingen en verkeersborden gedetecteerd worden. In combinatie met GPS wordt in kaart gebracht op welke locatie de knelpunten zitten. Hiermee wordt geanalyseerd waardoor een colonne ontstaat. Wanneer de volgafstand en de positie van het voertuig gemeten wordt voor een langere periode, kan er een mooie dataset worden opgebouwd. Hiermee kan geanalyseerd worden welke afstanden er op dit moment tussen de vrachtwagens zit.

De parameters voor deze meting zijn vooral gericht op het gedrag van de chauffeur zelf. Hiermee wordt onderzocht wat er vandaag de dag al op de grote wegen wordt gedaan zonder technologie. Uiteindelijk zal uit dit onderzoek komen met welk product een meerwaarde kan worden geleverd om Truck Platooning mogelijk te maken of te ondersteunen. Een belangrijk punt hierin is het grensoverschrijdend aspect, waarbij een roaming gab een belangrijk issue is. Hoe groot is deze roaming gab en hoe is het te verkleinen?

De volgende parameters worden dan ook drie maanden lang gemeten in een aantal verschillende vrachtwagens die veel crossborder rijden:

- Snelheid
- GPS
- Roaming Gab
- Forward Collision Warning
- Cellulaire data



Figuur 3: Work-breakdown structure I-AT

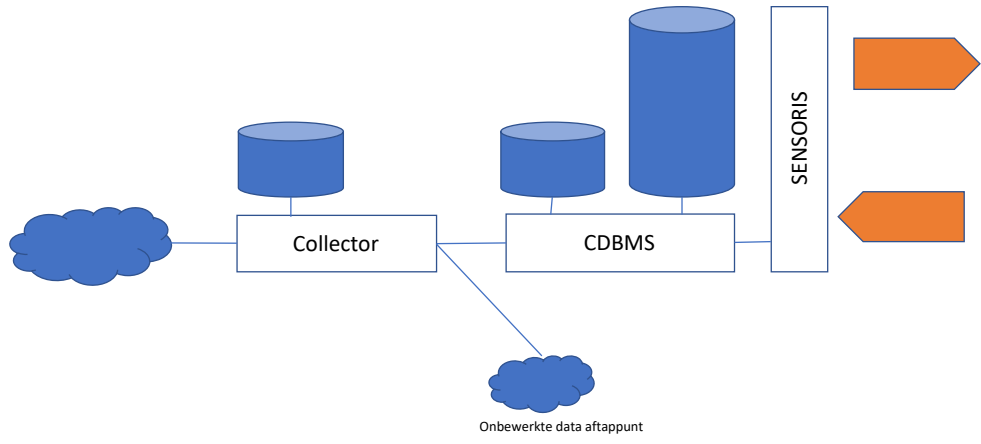
6.0 Meetapparatuur

In twee vrachtwagens, welke door de transporteur voor I-AT beschikbaar zijn gesteld, is meetapparatuur gemonteerd om de huidige situatie op de weg in kaart te brengen. Er wordt gebruik gemaakt van een Mobileye camera (figuur 4). Deze camera wordt gemonteerd op de voorruit van de vrachtwagen. Daarmee meet het coninu de afstand tot het voertuig dat zich voor de vrachtwagen in dezelfde rijstrook op de weg bevindt. Dit zorgt tevens dat de privacy van de chauffeur niet in het geding komt. De camera staat ten alle tijden naar buiten gericht en niet op de bestuurder. Tijdens de montage wordt deze camera gekalibreerd. Door deze kalibratie kent het systeem de afmetingen van het voertuig en daarmee de positie op de rijstrook aan de hand van de wegbelijning. Bij het te dicht naderen van een voertuig, het te snel op een voorganger afkomen of het overschrijden van de wegbelijning, wordt de bestuurder audiovisueel gewaarschuwd. Om te voorkomen dat het rijgedrag beïnvloed wordt door audiovisuele waarschuwingen, is de display niet gemonteerd en is het geluid uitgeschakeld. Het uitschakelen van deze middelen heeft geen gevolgen voor de verzamelde data.



Figuur 4: Installatie vrachtwagen

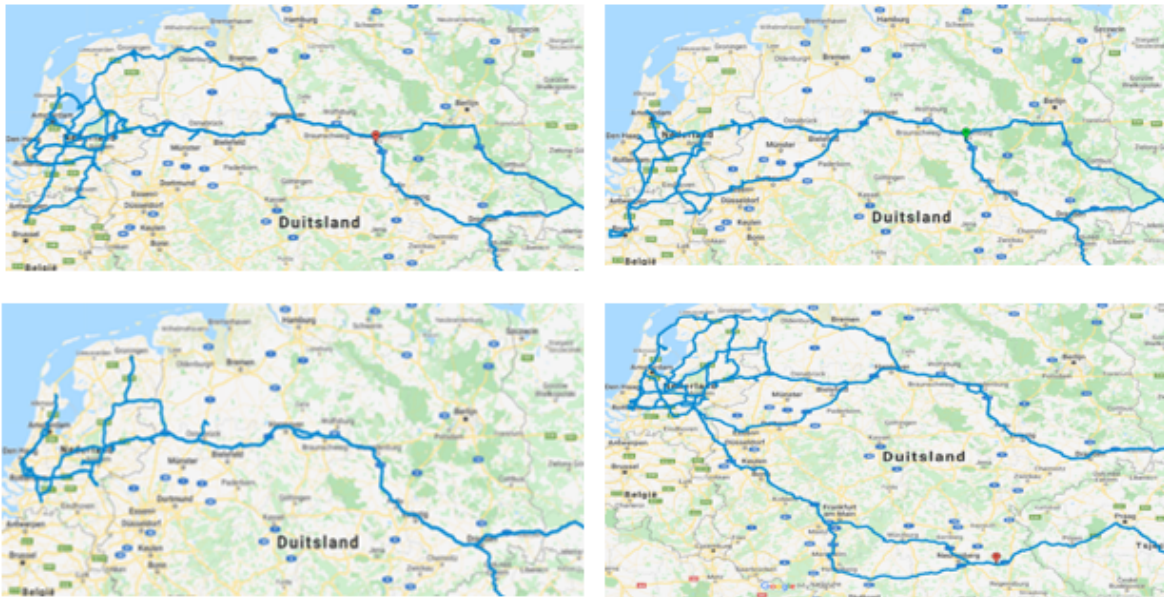
De data architectuur in figuur 5 is een globale weergave van de opbouw zoals deze gehanteerd is voor deze aanbidding. Deze dient van links naar rechts gelezen te worden, waarbij aan de linkerzijde de ruwe ADAS-data binnenkomt en vervolgens verwerkt en opgeslagen wordt. Vanaf de rechterzijde kunnen geautoriseerde derden de opgeslagen data opvragen.



Figuur 5: Data architectuur

7.0 Afgelegde routes

Sinds de installatie op 12 juni 2019 hebben de vrachtwagens in een bestek van vier maanden meer dan 70.000 kilometer afgelegd. In deze maanden hebben zij verschillende routes gereden. In figuur 6 is per maand weergegeven welke routes ze door Nederland en Duitsland hebben afgelegd. (Juli linksboven, augustus rechtsboven, september linksonder, november rechtsonder) Deze routes worden in de hoofstukken 6 en 7 geanalyseerd op het gebied van roaming gab, cellulaire data en forward collision warning.



Figuur 6: Routes maanden juli tot november

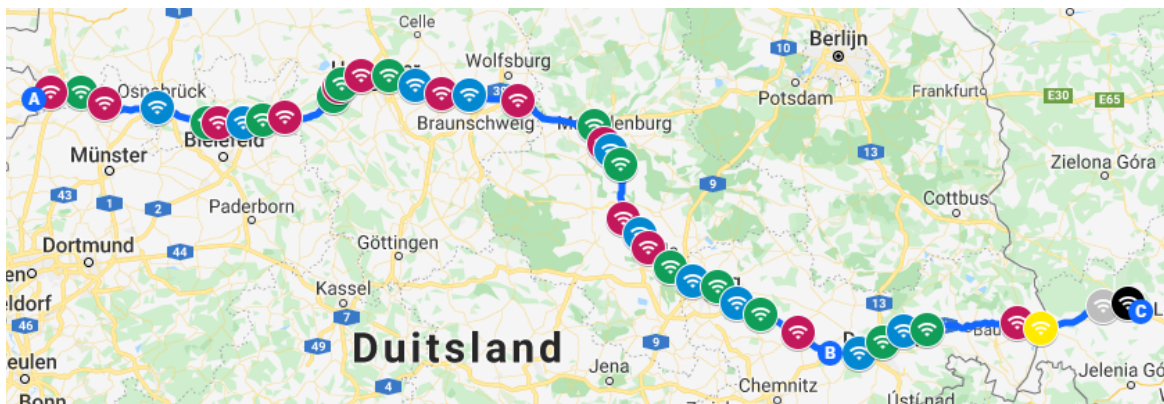
De route die het meest afgelegd wordt is de route zoals die in september, linksonder, continu gereden is. Deze transporteur heeft in andere maanden ook via Noord- en Zuid-Duitsland routes afgelegd maar dit zijn niet de meest gebruikelijke routes. In deze maanden hebben zij meer dan 70.000 kilometer afgelegd. Wat zorgde voor ontzettend veel data.

8.0 Grensoverschrijding

In dit hoofdstuk wordt geanalyseerd hoe de cellulaire verbinding 3G zich verhoudt bij het overschrijden van de landgrenzen en bij het rijden binnen dezelfde landgrenzen. De verwachting is dat bij het overschrijden van de landgrenzen de cellulaire verbinding voor enige tijd wegvalt. De focus is bij dit hoofdstuk gelegd bij grensoverschrijding van Nederland naar Duitsland.

8.1 DUITSLAND

De verwachting in Duitsland wordt zelfs overtroffen. Na het passeren van landgrenzen valt de verbinding niet alleen voor enige tijd weg, de netwerkverbinding blijft gedurende de rit door Duitsland continu wisselen van operator. In figuur 7 zien we een rit door Duitsland van west naar oost. Tijdens deze rit wisselt de operator maar liefst 39 keer. De operatorwisselingen zijn af te leiden uit de berichten. Elke operator heeft een uniek MCCMNC, Mobile Country Code and Mobile Network Code. In Duitsland wisselt de operator tussen T-Mobile, Vodafone en E-Plus.



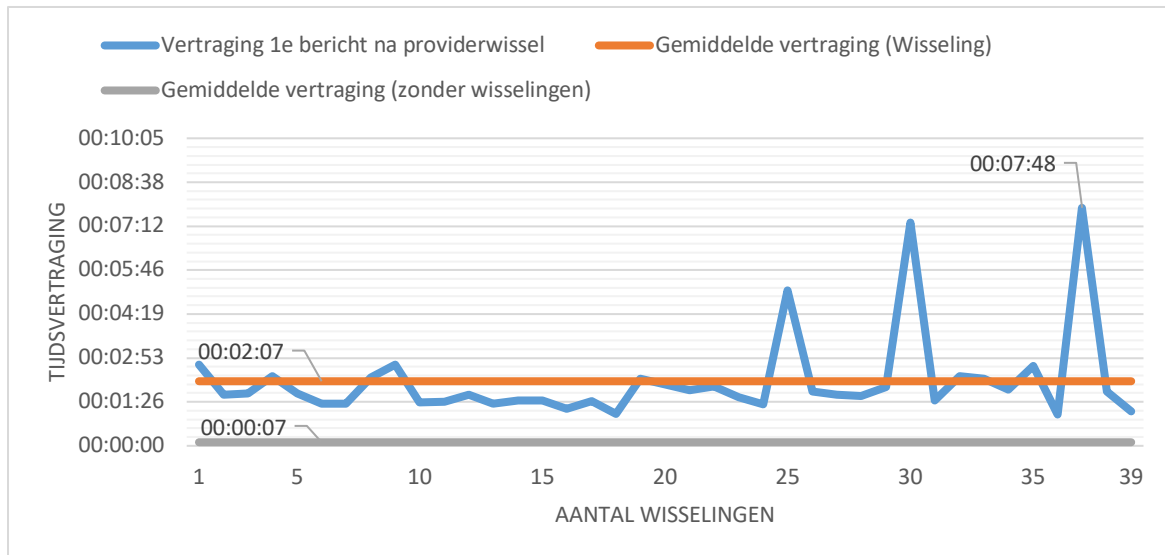
Figuur 7: Wisselingen in Duitsland (West-Oost)

De Duitse operators zijn in figuur 7 aangeduid met kleuren. Rood is T-Mobile, Groen is Vodafone en blauw is E-Plus. Vanaf de grensovergang met Nederland tot de grensovergang met Polen wisselt de operator gemiddeld om de 22 kilometer. Dit beeld blijft zich herhalen, ook in andere landen. Dit is te herleiden aan het eerder genoemde MCCMNC. Daarnaast is ook af te leiden op welke tijd een bericht getriggerd is. En op welke tijd deze ontvangen is. Door deze twee gegevens met elkaar te vergelijken is de vertraging te berekenen.

Het wisselen van operator brengt een grote vertraging met zich mee. Op sommige locaties loopt de vertraging zelfs op tot boven de tien minuten. Bij een snelheid van 80 km/h heeft de vrachtwagen dan dertien kilometer geen verbinding. Zodra de verbinding hersteld is, wordt alle data die tot die tijd verzameld is op een hoop uitgespuwd. Hierna herstelt de vertragingstijd zich weer tot normale omstandigheden.

De route, zoals in figuur 8 afgebeeld, is in figuur 8 in tijdsvertraging weergegeven. In deze grafiek zijn de 39 operator wisselingen te zien en welke vertraging dit met zich meebrengt. Hierin is een onderverdeling gemaakt in drie verschillende aspecten. De blauwe lijn geeft aan hoeveel vertraging elk eerste bericht heeft, dat wordt verstuurd zodra de verbinding met de nieuwe operator hersteld is. De oranje lijn geeft aan wat de gemiddelde vertraging is van alle berichten die verstuurd worden tijdens het wisselen van operators. Ten slotte geeft de grijze lijn aan wat de gemiddelde vertraging is bij normale omstandigheden zonder wisselingen.

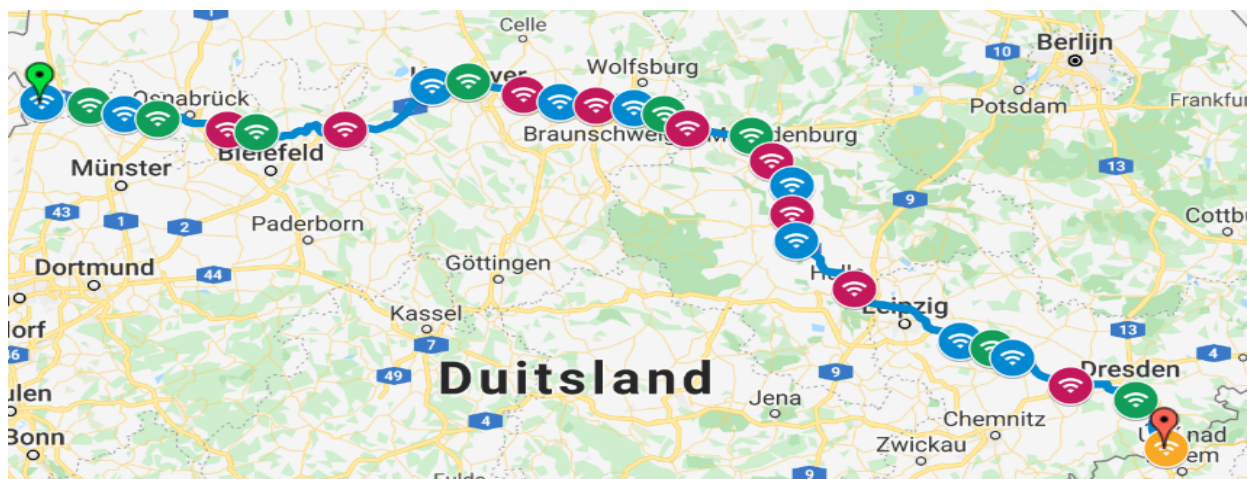
Met 3G cellulair netwerk komen de berichten gemiddeld met zeven seconden vertraging binnen. De gemiddelde vertraging die optreedt tijdens het wisselen van operator is twee minuten langer. Dicht bij de grens met Polen loopt de vertraging zelfs op tot bijna acht minuten.



Figuur 8: Vertraging berichten route door Duitsland

In figuur 9 is een route te zien die bijna identiek is aan figuur 7. Deze route is gereden op een andere datum. Ook op dit traject blijft het netwerk zoeken naar een operator. Verder is er een complete willekeur waar te nemen op welke locatie er verbinding is met welke operator. Het netwerk blijft tot ongeveer acht kilometer over de grens vasthouden aan de Nederlandse operator. Zodra er eenmaal is overgeschakeld naar een Duitse operator blijft het netwerk wisselen tussen de verschillende Duitse operators.

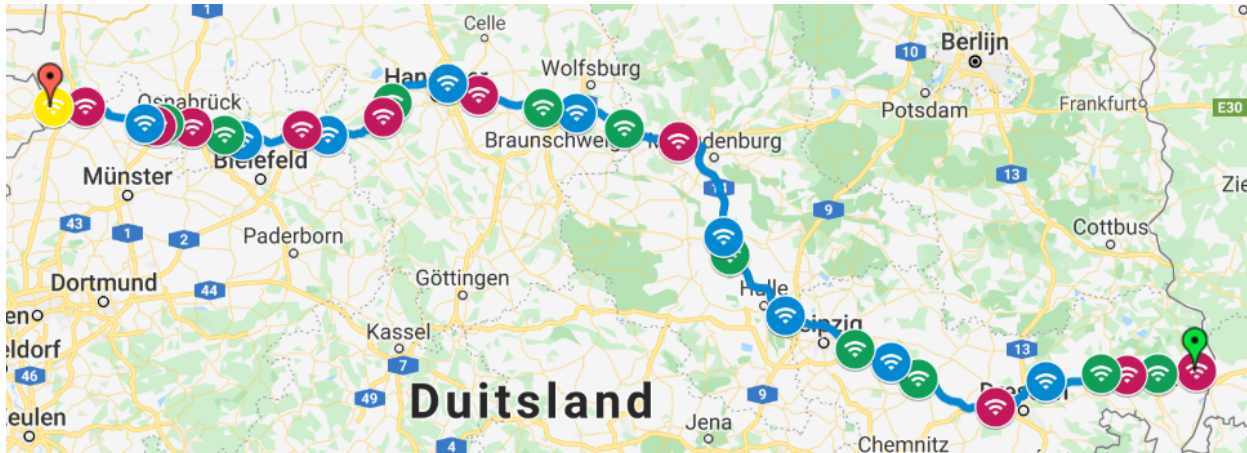
In alle gevallen blijft het netwerk zo lang mogelijk vasthouden aan de Nederlandse operator bij het overschrijden van de grens. Hierin komt ook telkens terug dat dit netwerk tot ongeveer acht kilometer over de grens voldoende dekkend is. De cellulaire verbinding probeert zo lang mogelijk de verbinding met het thuisnetwerk te houden voordat het overschakelt naar de Duitse concullega's.



Figuur 9: Operator wisselingen Duitsland (West-Oost)

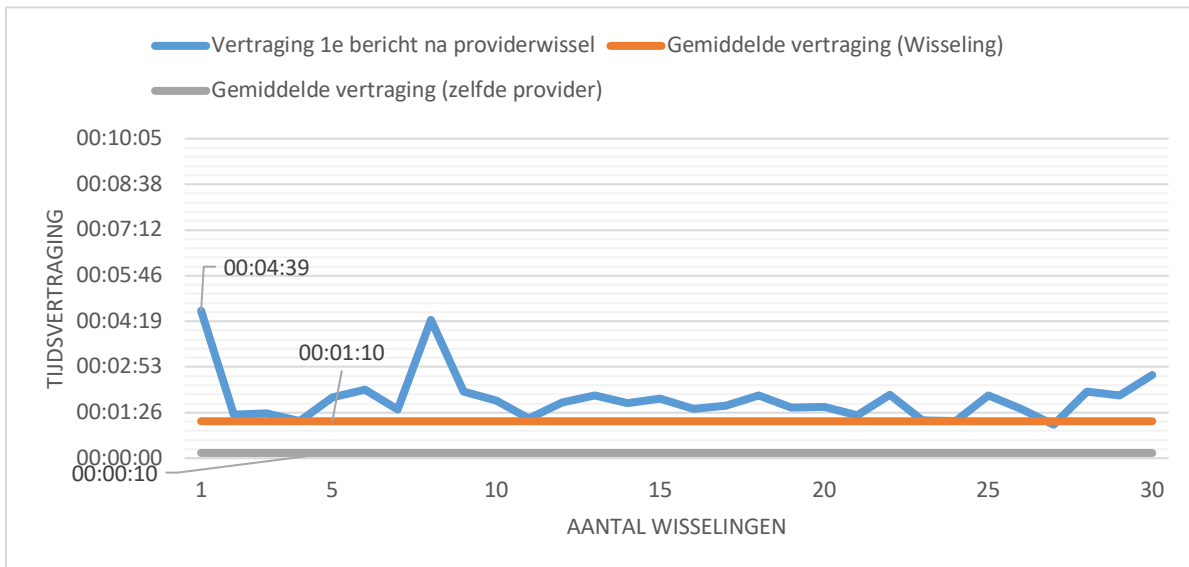
Vice versa geeft eenzelfde beeld. Deze rit heeft als startpunt Oost-Duitsland en passeert de grens bij De Lutte in Nederland. Welke route er ook gereden wordt buiten Nederland, dit is het altijd terugkerende beeld van wisselingen tussen operators. Ook hier is een willekeur te zien tussen welke operators op welke locaties verbonden zijn met het cellulaire netwerk van de vrachtwagen.

De geel gemarkeerde operator in figuur 10 is de operator KPN Telecom. Met deze operator wordt acht kilometer voor de grens van Duitsland en Nederland verbinding gemaakt. Wanneer de route wordt gereden van west naar oost, is dit ook het punt wanneer de verbinding met KPN overschakelt naar een Duitse operator. Het cellulaire netwerk van de vrachtwagen maakt verbinding met het thuisnetwerk zodra dat mogelijk is.



Figuur 10: Wisselingen in Duitsland (Oost-West)

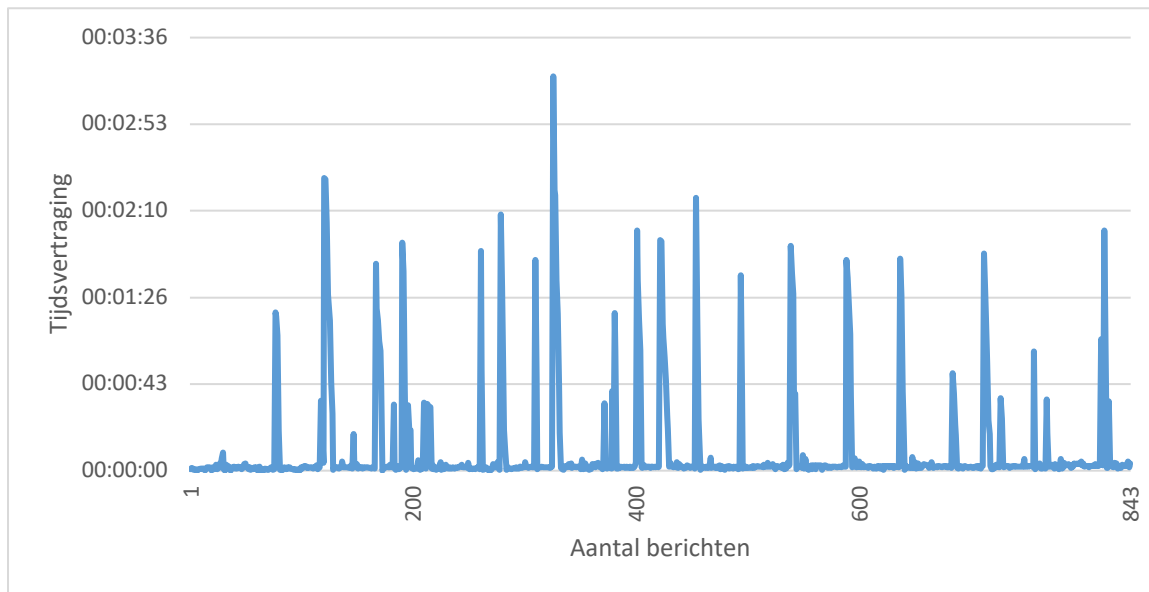
In figuur 11 wordt uitgezet wat de wisselingen doen met de tijdsvertraging. Opnieuw zijn er pieken te zien met een vertraging van meer dan vier minuten. Daarnaast is de gemiddelde vertraging tijdens het wisselen lager dan in de vorige situatie. De gemiddelde vertraging zonder een wisseling ligt hoger. Weersomstandigheden spelen ook een rol in de tijdsvertraging, mogelijk kan dit de verschillen in gemiddelde ten opzichte van figuur 8 verklaren.



Figuur 11: Vertraging berichten

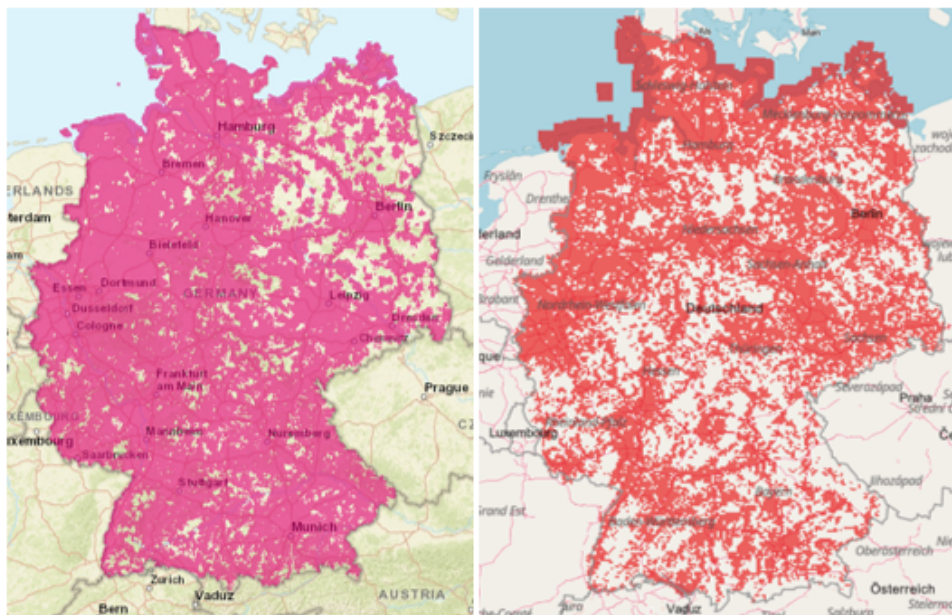
Ook zonder wisseling van operator kan de vertraging flinke uitschieters maken. Alle berichten die ontvangen zijn, waarbij de operator constant blijft, van de route uit figuur 10 zijn uiteengezet in figuur 12. In deze route van bijna 900 kilometer zijn alle berichten die verzonden worden tijdens het wisselen van operator eruit gefilterd, om een beter beeld te krijgen van het 3G netwerk in Duitsland.

Ondanks dat het grootste deel van de berichten wordt verstuurd met een vertraging tot maximaal twee seconden, zijn er ook veel gaten in het netwerk dat leidt tot vertragingen tot meer dan drie minuten. Deze vertragingen zijn niet specifiek op één locatie in Duitsland, maar lopen op verschillende locaties op tot die hoogte. Te zien is dat deze uitschieters tijdens de gehele route voorkomen. Ondanks dat de gemiddelde vertraging relatief laag ligt, is de netwerkdekking van de operators in Duitsland op 3G niveau niet voldoende om continuïteit te bieden.

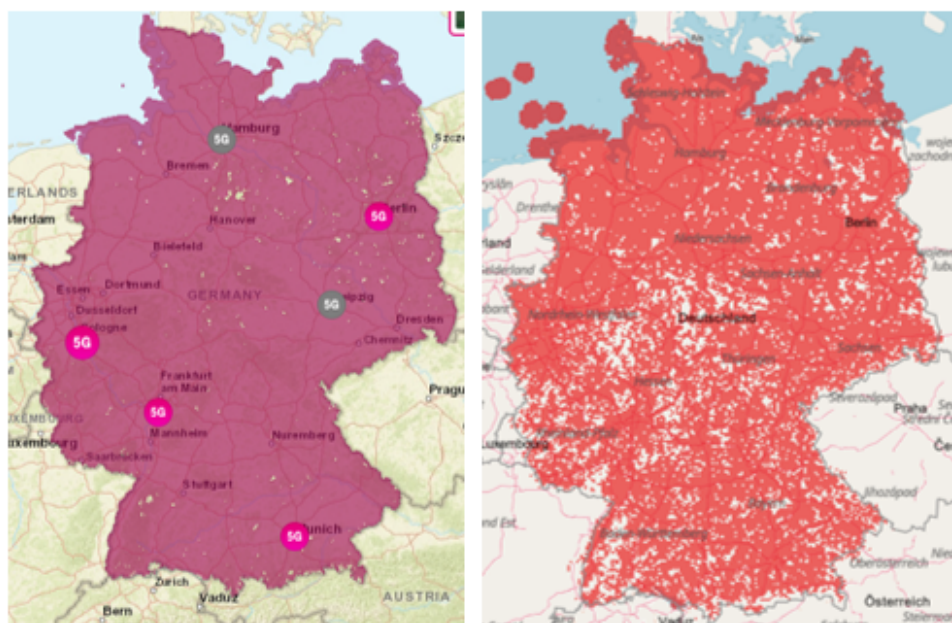


Figuur 12: Vertraging zonder wisseling van operator

Wat duidelijk naar voren komt is dat de vertragingen te hoog oplopen door het continue wisselen tussen operators. Een mogelijke oorzaak is de dekking van de operators in Duitsland. Dit onderzoek is uitgevoerd op basis van een 3G cellulair netwerk. De dekkingskaarten van T-Mobile en Vodafone in Duitsland, figuur 13, laten op verschillende plekken grote gaten zien in de dekking. Met name tegen de grens met Polen vallen er gaten in de 3G dekking van T-Mobile. Vodafone laat gaten zien over heel Duitsland. Dit zou tevens de verklaring zijn voor de hoog opgelopen vertraging van de eerste berichten bij het naderen van de grens. Deze gaten in de netwerkdekking verklaren de vertraging over de gehele route. Waarbij de vertraging soms op kan lopen tot wel 3 minuten. Zowel de 3G netwerkverbinding van T-Mobile als van Vodafone geven geen volledige dekking. In de figuren 13 en 14 zijn de cellulaire netwerken van T-Mobile (Paars) en Vodafone (Rood) op 3G en 4G weergegeven. Deze long-range communicatie lijkt niet voldoende om garanties te bieden.



Figuur 13: Dekkingskaart Duitsland 3G T-Mobile en Vodafone



Figuur 14: Dekkingskaart Duitsland 4G T-Mobile en Vodafone

8.2 NEDERLAND

In tegenstelling tot Duitsland blijft de vrachtwagen in Nederland wel continue verbonden met dezelfde provider. Van de maanden juli tot oktober zijn alle ritten weergegeven in figuur 15. Tijdens deze ritten zijn er meer dan 20.000 berichten verstuurd.

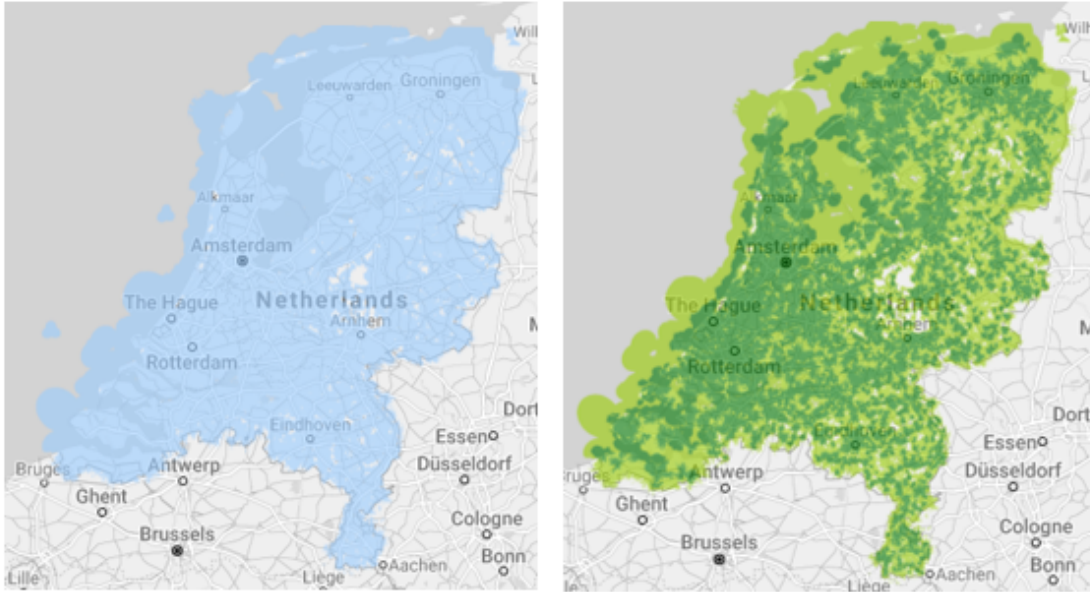


Figuur 15: Routes Nederland (juli tot oktober)

Doordat de long-range communicatie in Nederland wel constant in verbinding blijft met dezelfde operator, wordt een goed beeld gegenereerd van de dekking in Nederland. De verwachting is hierbij dat op Nederlands grondgebied minder vertraging is vanwege het veel kleinere oppervlak wat overbrugt moet worden. Het 3G netwerk blijft alleen met KPN Telecom verbonden en switcht niet naar andere operators. Dit is voordelig, omdat de vertraging tussendoor minder hoog oploopt zoals in Duitsland.

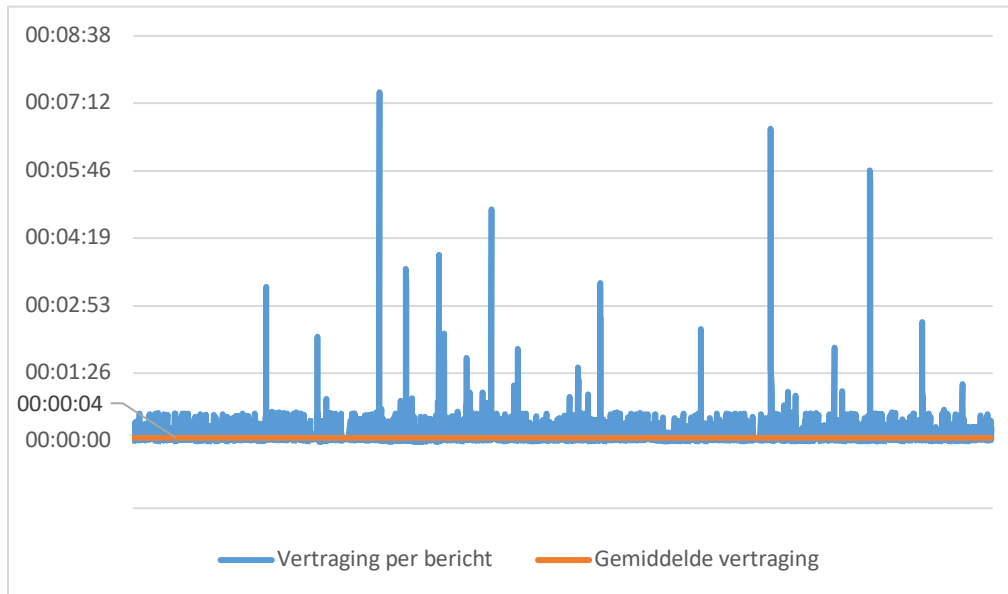
Omdat het netwerk niet wisselt van operator, zijn alle berichten die verstuurd zijn in Nederland in een grafiek geplaatst. In figuur 17 zijn de vertragingen te zien van de 20.278 berichten die in Nederland verstuurd zijn, in de maanden juli tot oktober 2019.

De dekkingskaart van KPN Telecom is weergegeven in figuur 16, hierin is onderscheid gemaakt in cellulaire communicatie op 3G en 4G niveau. Ook hier zijn gaten te zien in netwerkdekking. Maar in percentage is een groot deel van Nederland gedekt van goed netwerk op zowel 3G als 4G niveau.



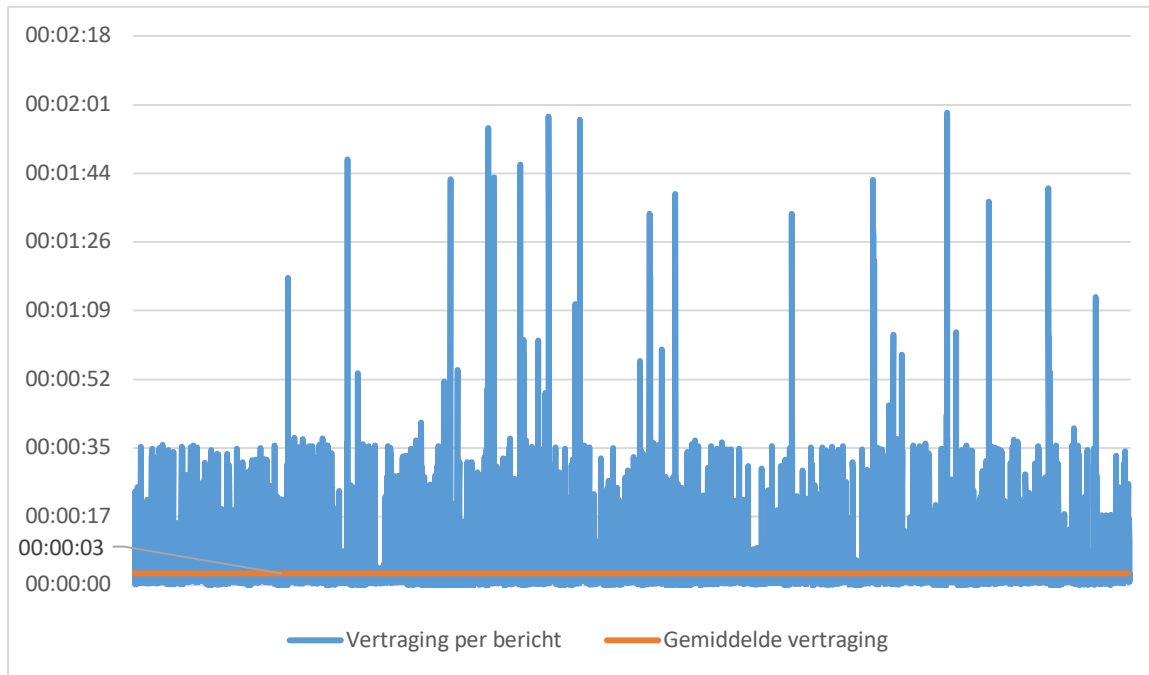
Figuur 16: Dekkingskaart KPN 3G en 4G

In figuur 17 zijn een aantal pieken waar te nemen. Een van de verklaringen hiervoor is dat het voertuig vanuit een ander land Nederland binnen komt rijden. Door het zoeken naar de Nederlandse provider loopt de vertraging van de eerste aantal berichten op. Maar dat geldt niet in alle gevallen. In figuur 18 wordt verder ingezoomd op de berichten die in Nederland verzonden zijn.



Figuur 17: Vertraging berichten

De gemiddelde vertraging is drie seconden, daarnaast blijven er berichten met een vertraging die uitschieters hebben tot meer dan anderhalve minuut. Daartussen zijn er nog veel berichten met een vertraging van 30 seconden. Wat blijkt is dat in Nederland, net zoals in Duitsland het 3G cellulaire netwerk niet voldoende is om een betrouwbare verbinding te genereren met de vrachtwagen. Ondanks het kleine oppervlak lopen de berichten via de long-range communicatie relatief veel vertraging op.



Figuur 18: Vertraging berichten zonder pieken

Naast de long-range communicatie zou een short-range communicatie noodzakelijk zijn om dergelijke gaten te overbruggen. En dat niet alleen, het is ook noodzakelijk als back-up. Dit soort short-range communicatie is nodig voor snelle communicatie voor kritische toepassingen en vrij voor algemeen gebruik.

9.0 Volgafstand

De Mobileye op de voorruit van de vrachtwagen meet continu de afstand in seconden ten opzichte van een voorligger. Wanneer de afstand tussen de vrachtwagen en zijn voorligger binnen een seconde komt, geeft de Mobileye een headway alert. De afstand die een vrachtwagen aflegt in een seconde is ongeveer 24 meter. Figuur 19 geeft een indruk om welke afstand dat gaat. Dit lijkt van bovenaf nog een redelijk eind. Maar u weet zelf als geen ander hoe snel de wegbelijning voorbij flitst. En hoe dichtbij dat in werkelijkheid is. Bij deze meting kan niet worden aangegeven waarom er binnen een seconde wordt gereden. Onderscheid tussen in- en uitvoegend verkeer of vlak achter een voorligger rijden wordt niet gemaakt.



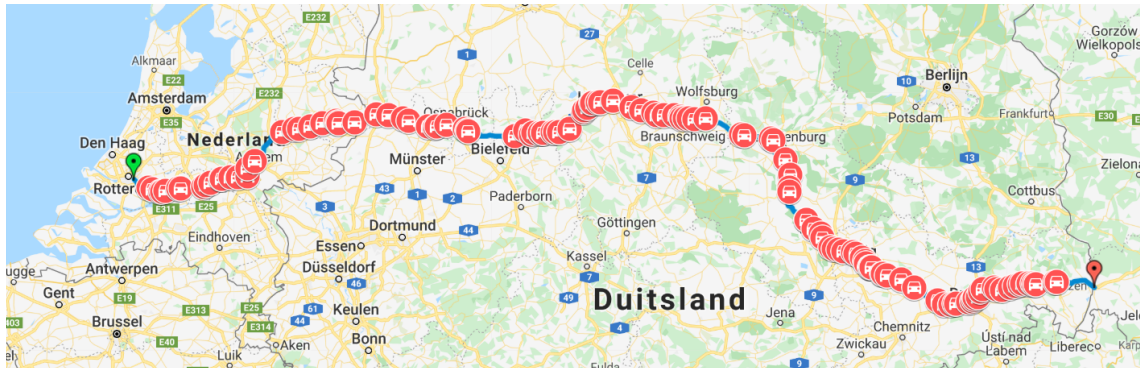
Figuur 19: Afgelegde afstand in één seconde bij cruise snelheid.

Ook de tijd waarbinnen de headway alert geldig is wordt niet weergegeven. De melding wordt een keer gemaakt. Daarna moet het voertuig eerst buiten de grens van één seconde afstand komen, voordat de melding weer opnieuw kan worden gemaakt. Kortom, het kan zijn dat het voertuig binnen die seconde blijft rijden over een langere tijd. Dit kan pas met zekerheid gezegd worden, door opnames te maken van de gereden route. Er zullen ook momenten zijn dat auto's in- of uitvoegen waardoor de melding voor even geldig is.

Het vervolg van dit hoofdstuk concentreert zich met name op de gereden kilometers in Nederland en Duitsland. Daarbij zijn voornamelijk de snelweg kilometers onder de loep genomen. De voorbeelden zijn dan ook afgelegde routes waarbij over bijna de gehele route 80 km/h of harder wordt gereden. Dit zijn de meest betrouwbare analyses in vergelijking met de werkelijkheid. Bij files is de afstand eveneens zeer kort, maar heeft het geen effect op het brandstofverbruik.

Er komen wel files voor in de voorbeelden van dit hoofdstuk. Toch is dit enigszins beperkt. De chauffeurs pauzeren netjes volgens tachograaf en dat is zo gepland dat dit precies in de spitsuren valt. Daardoor wordt gezien dat op de gereden routes de snelheid vaak rond de 80 km/h ligt.

In figuur 20 is een rit door Nederland en Duitsland te zien. Dit is de meest voorkomende route waarvan deze transporteur gebruikt maakt om Duitsland te doorkruisen. De gereden afstand is ongeveer 875 kilometer. Op deze route is deze vrachtwagen 124 keer binnen een seconde van zijn voorligger gekomen. Gemiddeld is dat één headway alert op zeven kilometer. Waarbij er een grote kans is dat in die zeven kilometer de afstand kleiner blijft dan één seconde.



Figuur 20: Headway alerts meest gebruikte route

12:15 Beginpunt in Rotterdam

16:00 Grensovergang Nederland-Duitsland

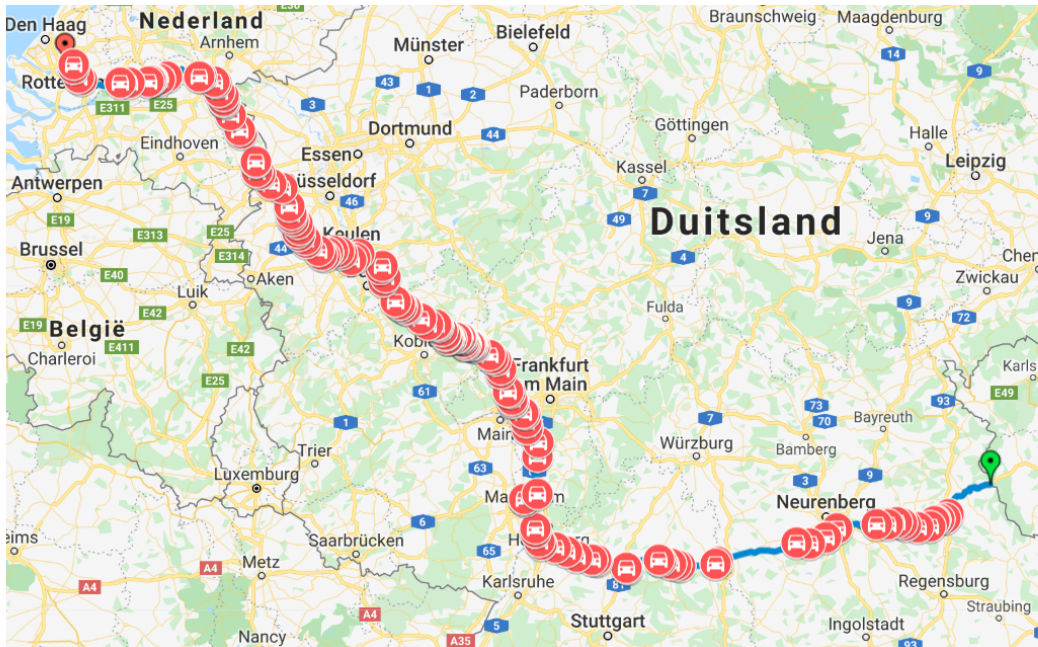
20:30 Stop bij Maagdenburg

05:15 Vertrek Maagdenburg

09:40 Grensovergang Duitsland-Polen

In deze route, figuur 21, door Duitsland en Nederland zijn zelfs meer headway alerts te zien. In deze route van 840 kilometer worden maar liefst 145 headway alerts gegeven. Dat is gemiddeld 1 headway alert per 6 kilometer. Hier zitten hele rustige stukken snelweg bij net over de grens bij Tjechië.

In dit voorbeeld wordt Frankfurt in de spits gepasseerd. In deze route zijn ook veel headway alerts te zien net na Frankfurt. Toch is de snelheid wel normaal. Dit zou ook een perfect voorbeeld kunnen zijn van een lange colonne vrachtwagens vlak achter elkaar. Helaas zijn daar geen harde bewijzen van. Nochtans lijkt platooning zeer actueel.



Figuur 21: Headway alert Duitsland alternatieve route

11:19 Beginpunt grensovergang Tjechië-Duitsland

16:30 Eerste stop boven Stuttgart

07:00 Rit wordt hervat

13:30 Grensovergang Duitsland-Nederland

15:55 Aankomst Rotterdam

De route in figuur 22 is dezelfde als in figuur 20. Zoals eerder genoemd is dit de meest voorkomende route. In deze route wordt 131 keer gewaarschuwd voor de één seconde regel. Dat is zes meer dan de route uit figuur 20. Ze staan wat dat betreft gelijk aan elkaar. De voorbeelden kunnen nog tien keer vaker herhaald worden maar het resultaat verandert er niet om. In alle gevallen ligt het gemiddeld aantal headway alerts dicht bij elkaar. Het enige wat er ontbreekt is de absolute reden voor deze waarschuwing.



Figuur 22: Route Nederland Duitsland

11:55 Vertrekpunt

15:44 Grensovergang Nederland-Duitsland

20:35 Stop Maagdenburg

05:33 Vertrek Maagdenburg

10:00 Grensovergang Duitsland-Polen

Figurenlijst

Figuur 1: Schematische weergave Truck Platooning	6
Figuur 2: Containerstroom per dag in het achterland	10
Figuur 3: Work-breakdown structure I-AT	14
Figuur 4: Installatie vrachtwagen.....	15
Figuur 5: Data architectuur	16
Figuur 6: Routes maanden juli tot november	17
Figuur 7: Wisselingen in Duitsland (West-Oost)	18
Figuur 8: Vertraging berichten route door Duitsland	19
Figuur 9: Operator wisselingen Duitsland (West-Oost)	19
Figuur 10: Wisselingen in Duitsland (Oost-West)	20
Figuur 11: Vertraging berichten	20
Figuur 12: Vertraging zonder wisseling van operator	21
Figuur 13: Dekkingskaart Duitsland 3G T-Mobile en Vodafone	22
Figuur 14: Dekkingskaart Duitsland 4G T-Mobile en Vodafone	22
Figuur 15: Routes Nederland (juli tot oktober).....	23
Figuur 16: Dekkingskaart KPN 3G en 4G	24
Figuur 17: Vertraging berichten	24
Figuur 18: Vertraging berichten zonder pieken	25
Figuur 19: Afgelegde aftand in één seconde bij cruise snelheid	26
Figuur 20: Headway alerts meest gebruikte route	27
Figuur 21: Headway alert Duitsland alternatieve route.....	28
Figuur 22: Route Nederland Duitsland	29